



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

Joaquim Pimenta de AVILA

Engenheiro Civil, MsC – Pimenta de Avila Consultoria

Giani A. ARAGÃO

Engenheira Civil, Msc – Pimenta de Avila Consultoria

Marta Sawaya

Geol. Msc – Ministério Público de Minas Gerais



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

INTRODUÇÃO

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



As barragens de rejeitos, das rupturas mais recentes em Minas Gerais, todas possuíam laudos de segurança atestando a estabilidade. (Fundão da Samarco, Herculano Mineração e Rio Pomba Mineração).

Há portanto, uma ineficiência do processo de certificação de estabilidade, através dos Laudos de Auditoria de Segurança.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

INTRODUÇÃO

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



Nos diversos laudos a que tivemos acesso sobre estabilidade das barragens de rejeitos, nota-se, dentre outras, as seguintes características negativas:

- Cada auditor tem uma estrutura de laudo, com abordagem heterogênea dos diversos aspectos.**
- A definição de conformidade ou não conformidade, não é, em geral, fundamentada em análise estruturada, em uma lógica de avaliação da situação dos principais agentes instabilizadores da barragem, mas em opinião discricionária do auditor..**



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

INTRODUÇÃO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- O conteúdo tem às vezes maior ênfase em aspectos rotineiros menos relevantes da segurança da barragem e pouca abordagem dos aspectos principais de instabilização: a poda da grama e a desobstrução de canaletas de drenagem, tem muitas vezes maior destaque que a avaliação das condições do controle de percolação, das condições de estabilidade, do atendimento ao manual de operação, aos relatórios de incidentes, etc)



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO

II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS

II SEMINARIO DE GESTION DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS

15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

INTRODUÇÃO

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



**É NECESSÁRIO ESTABELECEER UM PROTOCOLO DE AUDITORIA PARA UMA
GARANTIA DE COBERTURA DE TODOS OS ASPECTOS RELEVANTES E
OBTENÇÃO DE UM REGISTRO ADEQUADO DAS CONDIÇÕES
ENCONTRADAS EM CADA BARRAGEM AUDITADA**



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

INDEPENDÊNCIA

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



INDEPENDÊNCIA:

O auditor, ou a equipe de auditoria precisam ser independentes da estrutura de operação da barragem, da estrutura de construção e de projeto. Deve ser totalmente independente da empresa contratante da avaliação de segurança.

Deve ter condições de formar uma visão fria da situação para um julgamento independente (“Fresh eyes”). Esta condição está prevista nas DN`s do COPAM – MG porém não é sempre seguida.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

FREQUÊNCIA

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



FREQUÊNCIA

A legislação e a maioria das regulamentações, estabelecem como frequência desejável a anual, que está inclusive regulamentada com a indicação da época de realização das auditorias.

Há barragens com uma variabilidade de condições na disposição de rejeitos, com maior No. de alteamentos por ano e variações nas quantidades e tipo de rejeitos. Assim, a periodicidade da auditoria deve estar relacionada à velocidade de subida do reservatório, e nas mudanças de condições de solicitação da barragem, etc



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

METODOLOGIA

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



METODOLOGIA DA AUDITORIA

O protocolo deve incluir a obrigatoriedade de atendimento, a uma lista de verificação respondida pelo auditor, além de seu diagnóstico e declaração de estabilidade.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

PROTOCOLO

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



A lista de verificação deve incluir itens que cubram as áreas de :

Base cartográfica: atualidade, precisão, abrangência. A base cartográfica deve ter precisão necessária para a definição da área de drenagem da bacia, as declividades dos talwegues para cálculos hidrológicos, registro de interferências de forma precisa. Bases imprecisas geram incertezas na avaliação dos picos de cheias, das áreas de inundação, etc



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- **Informações Hidrometeorológicas:** cobertura da área, extensão das séries hidrológicas, consistência;
- **Dados geológicos e geotécnicos:** suficiência do programa de sondagens e ensaios dos materiais de fundação e barragem e dos rejeitos.
- **As informações geológicas e geotécnicas** devem ter precisão suficiente para permitir um bom entendimento das características do materiais de fundação e dos materiais de empréstimo para aterro.
- **Os estudos geotécnicos** sobre a resistência, permeabilidade e compressibilidade dos matérias de fundação e da barragem.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- O planejamento de longo prazo do enchimento do reservatório: verificação se a capacidade volumétrica do reservatório é suficiente para o período próximo até o licenciamento de novo reservatório;
- Dimensionamentos das estruturas de extravasão, e de drenagem superficial. Verificação se a capacidade do vertedouro está em conformidade com a previsão de cheias máximas.
- Dimensionamento dos taludes da barragem. Verificar se os coeficientes de segurança ao deslizamento atendem aos critérios de projeto.
- Sistema de drenagem interna: verificação da capacidade dos drenos e adequação dos materiais de filtros e transições;



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTION DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- Definições sobre os métodos de disposição e requisitos para o lançamento (praia mínima, controle da água, etc)
- Existência e atualização do manual de operação. Registros de sua aplicação;
- Projeto de instrumentação; resultados do monitoramento e sua aceitabilidade perante as condições de estabilidade;
- Estes itens devem ser listados de modo a abranger todos os condicionantes da segurança e propõe-se que formem uma planilha obrigatoriamente preenchida pelo auditor



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- **Projeto Executivo:** avaliação do atendimento às premissas e do detalhamento apresentado verificando se é suficiente para o completo entendimento da estrutura.
- **Documentação como construído (*As Built*):** avaliação das condições de construção, como também dos materiais utilizados para confirmação do atendimento às especificações exigidas e premissas do projeto.
- **Manual de Operação:** avaliação das regras de operação e manutenção estabelecidas pelo projetista para verificação se estão em consonância com o projeto e se estão sendo seguidas em campo. É importante verificar os registros de operação e manutenção realizados rotineiramente.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- Histórico operacional (registros do monitoramento/manutenção): avaliação dos resultados das leituras dos instrumentos instalados e dos *check lists* das inspeções de segurança de rotina.
- Registros de nível de água do reservatório, e dos rejeitos; comprimento de praia; borda livre, vazões do efluente proveniente da drenagem interna, etc.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

PROTOCOLO

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



Relatórios de auditoria anteriores: avaliação dos relatórios de auditorias anteriores para conhecimento das observações de campo, como também das conclusões e recomendações. Todo trabalho de auditoria deve ser acompanhado de um plano de ação com indicação da data para reparo das não conformidades, como também, a indicação do responsável pelo reparo.

- Histórico de ocorrências externas: pesquisa sobre sismos, cheias, alterações de cargas, etc. que possam interferir na segurança da estrutura.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- Todos os componentes da barragem inspecionados devem ser registrados com fotos ou filmagens para comprovação das não conformidades identificadas, como também, para comparações futuras.
- Durante a realização da inspeção deve ser checado se as regras operativas e de manutenção estabelecidas no Manual de Operação estão sendo seguidas de acordo com o especificado pela projetista.
- Ao final da inspeção de campo deve-se realizar uma reunião de fechamento apresentando à equipe auditada as observações relevantes identificadas.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTION DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PROTOCOLO

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



- **Plano de Ação Emergencial:** Avaliar se existe um nível apropriado para atuação no caso de emergência e se os mesmos estão devidamente documentados.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

PROTOCOLO

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



A auditoria deve identificar as fragilidades das barragens devendo as mesmas serem apontadas com clareza no relatório. Geralmente essas fragilidades são relacionadas a:

- Construção em discordância com o projeto;**
- Utilização de materiais de construção diferente dos especificados pela projetista;**
- Violação das premissas estabelecidas no Manual de Operação;**
- Percolação, erosão e vazões alteradas;**
- Riscos geológicos;**
- Deterioração da estrutura;**
- Violação dos registros da instrumentação.**



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO
II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS
II SEMINARIO DE GESTIÓN DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS
15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA



CONCLUSÕES

- Para a realização de auditoria eficaz é necessário o estabelecimento de um protocolo de forma a garantir que o trabalho percorra todos os aspectos da segurança uma barragem, sejam eles relevantes ou rotineiros.
- A existência de um protocolo completo permite a certificação de que o trabalho foi realizado adequadamente e que contemplou os aspectos preconizados pela boa prática de engenharia.
- A definição de um protocolo de auditoria, independente da finalidade almejada, contribuirá para a realização de trabalhos mais completos sendo possível concluir de forma mais clara, segura e objetiva em relação a real condição de segurança de uma determinada barragem.



II SGBR

SEMINÁRIO GESTÃO DE RISCOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO

II SEMINAR ON RISK MANAGEMENT AND SAFETY OF TAILINGS DAMS

II SEMINARIO DE GESTION DE RIESGO Y RESIDUOS DE SEGURIDAD DE PRESAS

15 E 16 DE MAIO DE 2017 | MAY 15-16, 2017 | 15 Y 16 DE MAYO, 2017

**ASPECTOS ATUAIS DE FRAGILIDADE NA
GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
DE REJEITOS: AUDITORIA DE SEGURANÇA**

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**



-

OBRIGADO